



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 427 143 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90121048.4

51 Int. Cl.⁵: **H01L 25/07**

22 Anmeldetag: 02.11.90

30 Priorität: 07.11.89 DE 3937045

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.05.91 Patentblatt 91/20

64 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

71 Anmelder: **ABB-IXYS Semiconductor GmbH**
Edisonstrasse 15
W-6840 Lampertheim(DE)

72 Erfinder: **Bayerer, Reinhold, Dr.**
Forststrasse 27a
W-6101 Reichelsheim(DE)
Erfinder: **Schneider, Thomas**
Richard-Wagner-Strasse 44
W-6711 Beindersheim(DE)

74 Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o Asea Brown Boveri Aktiengesellschaft
Zentralbereich Patente Postfach 100351
W-6800 Mannheim 1(DE)

54 **Leistungshalbleitermodul.**

57 Bei Leistungshalbleitermodulen mit mindestens einer Halbbrücke, welche mehrere parallelgeschaltete Leistungstransistoren enthalten, wird ein Modulbauform gewünscht, welcher geringere Wirkungen des Lastkreises auf den Steuerkreis verursacht. Mit der Erfindung wird vorgeschlagen, zumindest die

Hauptanschlußleitungen (22, 23, 24 bzw. 50) mit breiten Bandern und in der geometrischen Anordnung einer Anschlußbandleitung (9 bzw. 44) auszubilden.

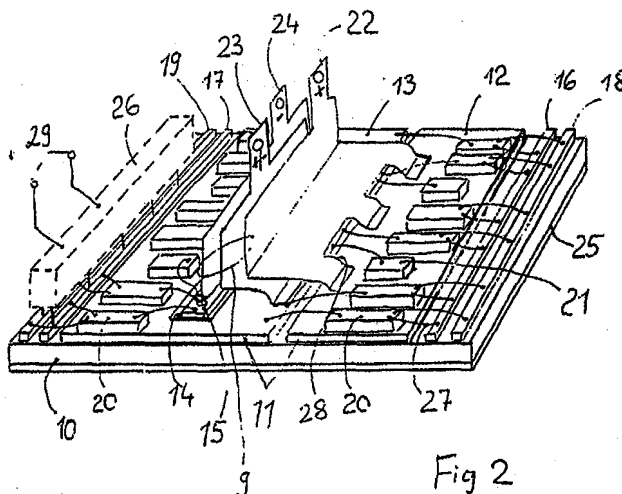


Fig 2

EP 0 427 143 A2

LEISTUNGSHALBLEITERMODUL

Die Erfindung bezieht sich auf ein Leistungs-
halbleitermodul mit mindestens einer Halbbrücke
nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Leistungs-
halbleitermodule mit Halbbrücken werden bei-
spielsweise zum Aufbau von Drehstrom-Umrichtern
für elektrische Antriebe verwendet. Umrichter ent-
halten einen Gleichrichterteil, einen Gleichstrom-
zwischenkreis mit einem Kondensator und einem
Wechselrichterteil. Der Leistungsteil des Wechsel-
richters kann mit Halbbrückenmodulen aufgebaut
werden, welche Gegenstand der Erfindung sind.
Solche Leistungshalbleitermodule enthalten entwe-
der nur eine Halbbrücke, so daß für einen Dreh-
stromwechselrichter drei Module benötigt werden,
oder sie enthalten z.B. bereits drei miteinander
verschaltete Halbbrücken.

Für solche Umrichteranwendungen wird die
Verwendung schnell und verlustarm schaltender
Halbleiterschalter bevorzugt. Geeignet sind daher
besonders Halbbrückenmodule, welche schnell
schaltende Insulated-Gate-BipolarTransistoren
(IGBT) als Halbleiterschalter und ultraschnelle Frei-
laufdioden enthalten. Derartige Halbbrückenmodule
und ihre Anwendung sind in etz Bd. 110 (1989).
Heft 10, Seiten 472 bis 477 (Druckschrift 1) be-
schrieben. Dort wird auch dargelegt (vgl. Bild 3 bis
5 und zugehörigen Text), daß Halbbrückenmodule
und ein damit aufgebauter Leistungsteil eines Um-
richters niederinduktiv ausgelegt werden müssen,
um die Entstehung von Spannungsspitzen zu ver-
meiden. Das bedeutet, daß Streuinduktivitäten zwi-
schen dem Kondensator im Gleichstromzwischen-
kreis und den Anschlußklemmen des Halbbrücken-
moduls sowie zwischen diesen Klemmen und den
Halbleiterschaltern im Modul klein sein müssen.
Streuinduktivitäten ab etwa 100 nH führen bereits
zu Spannungsspitzen, welche die Halbleiterschalter
wesentlich belasten oder sogar deren Grenzdaten
überschreiten.

In der Druckschrift 1 und auch in etz Bd. 108,
Heft 19, Seiten 922 bis 924 (Druckschrift 2) ist
aufgezeigt, daß besonders hohe Spannungsspitzen
beim Abschalten eines im Lastkreis aufgetretenen
Kurzschlusses entstehen und daß eine bekannte
Anordnung von Stützkondensatoren nicht ausreicht,
um bei schnellem Schalten unzulässige Span-
nungsspitzen zu vermeiden.

Ein weiteres Problem besteht bei Halbbrücken-
modulen darin, daß die Rückkopplungen vom
Hauptstromkreis auf den Steueranschluß (Gate) ei-
nes Halbleiterschalters das Schaltverhalten beein-
flussen. In der Druckschrift 2 ist auf Seite 924, linke
Spalte dargelegt, daß auch diese Rückkopplungen
mit kleinerer Streuinduktivität abnehmen. Rück-
kopplungen entstehen hauptsächlich durch parasiti-
re Induktivitäten und Transformatoren in den
Halbleiterschalter-Anordnungen. Schon geringe
Asymmetrien in den parasitären Induktivitäten und
Transformatoren führen zu einer ungleichen Strom-
aufteilung in den Chips und zu unterschiedlichen
Belastungen.

Die hier angesprochenen Induktivitäten und
Transformatoren sind in einem in Figur 1 darge-
stellten Ersatzschaltbild für eine Halbbrücke mit
konventionellem Aufbau angegeben. Die Halbbrück-
enschaltung besteht aus zwei Halbleiterschaltern
1, welche jeweils mindestens einen Leistungstransi-
stor 2, hier einen IGBT, enthalten und eine parallel-
geschaltete Freilaufdiode 3. In der Figur 1 ist nur
das Ersatzschaltbild für einen der beiden identisch
aufgebauten Halbleiterschalter 1 gezeigt. Die
Bauelemente-Anschlüsse bilden in Verbindung mit
Leitungen, die zu Hauptanschlüssen 4 und Steuer-
anschlüssen 5 führen, eine Reihe von Kapazitäten
und Induktivitäten bzw. Transformatoren, welche
Rückwirkungen des Laststromes auf den Steuer-
kreis verursachen. Solche Kapazitäten sind die dar-
gestellte Kollektor-Gate-Kapazität C_{cg} , die
Kollektor-Emitter-Kapazität C_{ce} und die Emitter-
Gate-Kapazität C_{eg} . Wirksame Induktivitäten sind
eine Kollektor-Induktivität L_c , Emitter-Induktivität L_e
und Gate-Induktivität L_g . Die Gate-Anschlußleitung
bildet zusammen mit der Kollektor-Anschlußleitung
einen Transformator T_{cg} und zusammen mit der
Emitteranschlußleitung einen Transformator T_{eg} .

In Proceedings 4th International Macroelectronic
conference, 1988, München, Seiten 134 bis 144
(Druckschrift 3) ist ein Halbbrücken-Leistungshalb-
leitermodul beschrieben, dessen Halbleiterschalter
aus parallelgeschalteten IGBTs bestehen. Auf Seite
136 ist dort dargelegt, daß die Anzahl parallel
schaltbarer Leistungstristoren wegen des Ein-
flusses der parasitären Induktivitäten begrenzt ist.
Ein symmetrischer und niederinduktiver Modulauf-
bau wird als Vorgabe für den Modulentwurf ge-
nannt, um Rückkopplungsprobleme zu verringern.
Als Lösung wird ein quasi koaxialer Aufbau mit
einer sternförmigen Anordnung der Leistungstransi-
storen vorgeschlagen. Außerdem wird eine Tren-
nung von Hauptemitter und Hilfsemitter und ein
Anschluß des Hauptemitters mittels einer Vielzahl
von Drahtverbindungen empfohlen. Die Figuren 3,
7 und 8 in der Druckschrift 3 zeigen entsprechend
ausgeführte Modul-Konstruktionen.

Die vorgeschlagene koaxiale Geometrie führt
zwar wegen der symmetrischen Anordnung der
Steueranschlüsse zu einer Reduzierung von Rück-
kopplungen, die Streuinduktivität ist jedoch nahezu
so hoch wie bei sonstigen Standardmodulen. Die
koaxiale Geometrie läßt sich nämlich nicht durch-

gehend von den Halbleiterschaltern bis zu den Modul-Hauptanschlüssen realisieren. Außerdem kann die koaxiale Geometrie bei einer größeren Anzahl von parallel zu schaltenden Leistungstransistoren nicht einmal für die Parallelschaltung selbst exakt eingehalten werden.

Der Erfindung liegt davon ausgehend die Aufgabe zugrunde, ein Halbbrückenmodul anzugeben, das geringe Streuinduktivitäten aufweist und für die Parallelschaltung einer größeren Zahl von Leistungstransistoren geeignet ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Leistungshalbleitermodul gelöst, mit mindestens einer Halbbrücke, wobei eine Halbbrücke zwei in Reihe geschaltete Halbleiterschalter enthält, welche jeweils aus mehreren parallelgeschalteten Leistungstransistoren, insbesondere Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT) bestehen, mit drei Hauptanschlußleitungen zur Stromführung zwischen drei Modul-Hauptanschlüssen und den Halbleiterschaltern und mit einem keramischen Substrat als Modulboden, auf welchem Verbindungsleiterbahnen zur Verbindung der parallelen Leistungstransistoren vorhanden sind, wobei zur Verringerung modulinterner Induktivitäten die drei Hauptanschlußleitungen aus breiten Bändern bestehen, welche aufgrund ihrer geometrischen Anordnung eine Anschlußbandleitung bilden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Lösung hat unter anderem den Vorteil, daß ein standardisiertes Gehäuse verwendet werden kann und innerhalb des Gehäuses ein quasi magnetfeldfreier Raum entsteht, in welchem Elektronikbauteile zur Ansteuerung von Leistungstransistoren untergebracht werden können und störungsfrei arbeiten. Die erfindungsgemäße Ausführung der Hauptanschlußleitungen als Band- oder Streifenleitung erlaubt eine Parallelschaltung von mindestens zwanzig Leistungstransistoren. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, auch Verbindungsleiterbahnen in der Substratebene sowie auch Leitungen im Ansteuerpfad als Bandleitung auszuführen. In einer solchen Anordnung können bei Bedarf einhundert und mehr Leistungstransistoren parallelgeschaltet werden. Die damit verbundene Möglichkeit, die Last auf viele Transistoren gleichmäßig aufzuteilen, ist sehr vorteilhaft hinsichtlich der Verteilung und Abfuhr der Verlustwärme.

Auch in Halbbrücken- oder Wechselrichterschaltungen übliche Freilaufdioden können in gleicher Weise wie die Transistoren an die Verbindungsleiterbahnen angeschlossen werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann je Halbbrückenschaltung ein Stützkondensator in Form eines Chip-Kondensators in eine Verbindungsbandleitung auf dem Substrat am optimalen Ort eingesetzt werden. Der Stützkondensator kann

damit vollständig in die Bandleitungsgeometrie integriert werden. Für einen Anwender eines Moduls mit integriertem Stützkondensator bedeutet es eine wesentliche Vereinfachung, daß er sich um die Dimensionierung und richtige Anordnung von Stützkondensatoren nicht zu kümmern braucht.

Die Ausführung von Last- oder Steuerleitungen in einem Leistungshalbleitermodul in der Form von Bandleitungen wurde an sich bereits in der DE 35 38 933 vorgeschlagen. Dort handelte es sich allerdings um ein völlig anderes Modul, nämlich um ein Modul mit einzelnen Schaltfunktionen. Würde man gemäß dem dortigen Vorschlag jeweils die zwei Hauptanschlüsse eines Halbleiterschalters mit einer Bandleitung zu Modulanschlüssen führen und außen verdrahten, so ergäben sich noch nicht die Vorteile der erfindungsgemäßen Anordnung. Es wurde erkannt, daß mit der erfindungsgemäßen Anordnung der drei Hauptanschlußleitungen Plus-Leitung, Minus-Leitung und Mittelanzapfung als Bandleitung, in welcher jeweils zwischen zwei Leitungen ein Strom fließt, eine streuinduktivitätsarme Gesamtanordnung auch dann möglich ist, wenn man nur ein sogenanntes Single-Layer-Substrat verwendet. Die Anschlußbandleitung muß lediglich breit und mit geringem Bandabstand ausgeführt werden, angepaßt an die Anordnung der parallelgeschalteten Leistungstransistoren.

Die Bandleitungsgeometrie-Anforderungen lassen sich dann auch über entsprechend plazierte Bonddrähte bis hin zu den Chips einhalten.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus in der Zeichnung dargestellten und nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. 1 Ersatzschaltbild einer Halbbrückenschaltung mit Transistoren, Fig. 2 eine erste Ausführungsvariante eines Halbbrückenmoduls,

Fig. 3 eine zweite Ausführung eines Halbbrückenmoduls,

Fig. 4 einen Bandleitungsanschluß an einem Modul und

Fig. 5 ein Modul mit integriertem Stützkondensator.

Fig. 2 zeigt eine erste Modulvariante, welche von einem Single-Layer-Substrat ausgeht. In Fig. 2 ist ein bestücktes Substrat ohne Kunststoffhaube dargestellt.

Auf einem Keramiksubstrat 10, welches die Bodenplatte des Moduls bildet, ist eine Metallschicht 11 mit Hilfe eines Direktverbindungsverfahrens aufgebracht und anschließend durch Ätzen strukturiert zu mehreren Metallflächen, nämlich zu einer Pluspolfläche 12, einer Mittelabgriffsfläche 13 und zu mehreren, z.B. drei Minuspolflächen 15 und zu ersten und zweiten Hilfsemittierstreifen 16, 17 sowie ersten und zweiten Gate-Streifen 18, 19. Die isolier-

ten inselförmigen Minuspolflächen 15, von denen in der Fig. 2 nur eine der Flächen und nur teilweise zu sehen ist, sind durch Ätzen von Ausnehmungen 14 in die Mittelabgriffsfläche 13 hergestellt.

Auf den Mittelabgriffsflächen 13 und Pluspolflächen 12 sind Leistungstransistor-Chips 20, z.B. IGBT-Chips oder MOS-FETs, und Diodenchips 21 aufgelötet.

Auf den Pluspol-, Minuspol- und Mittelabgriffsflächen 12, 15, 13 sind außerdem breite Hauptanschlußleitungen 22, 23, 24 aufgelötet, welche einen solchen Abstand zueinander haben, daß sie eine erste Anschlußbandleitung 9 bilden. Die Dimensionierung der Bandleitung kann nach bekannten Gleichungen erfolgen. Die Induktivität L einer solchen Bandleitung ist proportional zum Abstand d der dünnen Metallbänder und deren Länge l , dividiert durch die Breite a der Bänder. Für eine Bandleitung mit $d = 1 \text{ mm}$, $a = 30 \text{ mm}$ und $l = 50 \text{ mm}$ ergibt sich beispielsweise eine Induktivität L von nur 2 nH . Die Abstände zwischen den großflächigen Anschlußleitungen 22, 23, 24 können beispielsweise durch Abstandsstücke aus einem Isolierstoff, z.B. Kunststoff, gesichert werden. Die Abstandsstücke sind in Fig. 2 nicht dargestellt.

Elektrische Verbindungen zwischen den Chips 20, 21 und den metallischen Flächen 12, 13, 15 bis 19 sind durch Drähte 27 nach einem Draht-Bondverfahren hergestellt. Um kurze Drahtverbindungen zwischen den Chips 20, 21 und der Mittelabgriffsfläche 13 herstellen zu können, enthält die Pluspolanschlußleitung 22 im Bereich ihrer Anschlußstelle an die Pluspolfläche 12 Ausschnitte 28. Obwohl durch Anschlüsse im Bereich der Ausschnitte 28 oder auch durch Anschlüsse an die inselförmigen Minuspolflächen 15 eine ideale Bandleitungsgeometrie nicht eingehalten werden kann, werden durch diese Störstellen nur geringe Streuinduktivitäten verursacht.

In Fig. 2 ist weiterhin mit gestrichelten Linien ein Ansteuerbaustein 26 angedeutet, welcher in dem quasi magnetfeldfreien Raum des Moduls angeordnet werden kann. Ein zweiter solcher Baustein 26 (in Fig. 2 nicht gezeichnet) kann auf der rechten Seite der Fig. 2 über den ersten Gatestreifen 16 und Emitterstreifen 18 angeordnet werden. Den Ansteuerbausteinen 26 werden Steuersignale über Steueranschlüsse 29 zugeführt. Alle Abstände der Anschlußleitungen von den Ansteuerbausteinen 26 über die Gatestreifen 18, 19, Hilfsemittlerstreifen 16, 17 und die Bonddrähte 27 zu den Transistor- oder Dioden-Chips 20, 21 sind unter dem Gesichtspunkt gewählt, eine Bandleitungsgeometrie wenigstens annähernd zu erreichen. Damit werden Rückwirkungen vom Lastkreis auf den Steuerkreis minimiert.

Schließlich ist in Fig. 2 noch eine Bodenmetallisierung 25 auf der Unterseite des Keramiksubstrats

1 dargestellt, welche ebenso wie die Metallschicht 11 auf der Oberseite des Substrats 1 aus einer Kupferfolie besteht, welche mit einem Direktverbindungsverfahren aufgebracht ist. Die Bodenmetallisierung 25 wirkt einer möglichen Wölbung des Substrats aufgrund von Ausdehnungsunterschieden und der Bruchgefahr entgegen.

In Fig. 3 sind zur leichteren Orientierung alle Teile, welche mit denjenigen der Fig. 2 übereinstimmen mit gleichen Bezugszeichen versehen. Auch bei Fig. 3 ist das Modulgehäuse weggelassen, um den inneren Aufbau sichtbar zu machen. Alle Metallschichten auf dem Substrat bestehen aus einer Kupferfolie, welche nach einem Direktverbindungsverfahren mit als Isolierschicht zwischengefügtten Keramikplättchen verbunden sind.

Als Bodenplatte wird ein Keramiksubstrat 10 mit einer Bodenmetallisierung 25 verwendet. Auf der Oberseite des Substrats 10 ist eine erste Metallschicht 30 aufgebracht, welche in eine erste Hilfsemittlerfläche 31 und eine Pluspolfläche 32 unterteilt ist.

Über der ersten Hilfsemittlerfläche 31 ist eine erste keramische Isolierschicht 33 und darüber eine erste Gatefläche 34 angeordnet. Die erste Gatefläche 34 und die erste Isolierschicht 33 sind kleiner als die erste Hilfsemittlerschicht 31 ausgeführt, so daß Anschlußflächen für Bonddrähte 27 zur Verfügung stehen.

Über der Pluspolfläche 32 ist eine zweite Isolierschicht 35 und darüber eine Mittelanzapfungsfläche 36 angeordnet. Die Mittelanzapfungsfläche 36 mit Isolierschicht 35 ist kleiner als die Pluspolfläche 32, so daß auf der freien Pluspolfläche 32 Transistorchips 20 und Diodenchips (nicht dargestellt) aufgelötet werden können.

Auf der Mittelanzapfungsfläche 36 ist ebenfalls eine Reihe von Transistorchips 20 aufgelötet und daneben eine dritte Isolierschicht 37 mit einer darauf angeordneten Minuspolschicht 38.

Auf der Minuspolschicht 38 ist eine vierte Isolierschicht 39, eine zweite Hilfsemittlerfläche 40, eine fünfte Isolierschicht 41 und eine zweite Gatefläche 42 angeordnet, wobei diese Flächen in ihrer Größen abgestuft sind, so daß Anschlußflächen für Bonddrähte 27 zur Verfügung stehen. Mit Hilfe der Bonddrähte 27 und der metallisierten Flächen 31, 32, 34, 36, 38 und 40 sind sowohl die elektrischen Verbindungen für den Lastkreis der Halbbrückenschaltung als auch für die Ansteuerung hergestellt.

Über den Gate- und Hilfsemittlerflächen 34, 31 bzw. 42, 40 sind jeweils mit einem geeigneten Abstand Ansteuerbausteine 26 angeordnet und elektrisch mit diesen Flächen verbunden. Die Ansteuerbausteine 26 sind mit nach außen führenden Steueranschlüssen 29 versehen.

Die Pluspol-, Mittelanzapfungs- und Minuspolflächen 32, 36, 38, welche eine Verbindungsband-

leitung 43 auf dem Substrat bilden, sind über eine zweite Anschlußbandleitung 44 zu flächigen Hauptanschlüssen 45 geführt. Die zweite Anschlußbandleitung 44 ist aus drei breiten metallischen Bändern 50 aufgebaut, welche im erforderlichen Abstand zueinander mit Hilfe nicht gezeigter Isolierstücke angeordnet sind.

Die flächigen Hauptanschlüsse 45 ermöglichen eine Fortsetzung der idealen Bandleitungsgeometrie auch an der Anschlußstelle und in Verbindungsschienen für eine elektrische Verbindung von Halbbrückenmodulen.

Als Bandleitung ausgeführte modulexterne Verbindungsschienen lassen sich vorteilhaft auch zur Verbindung von Modulen nach der ersten Ausführung gemäß Fig. 2 verwenden. Obwohl das Modul gemäß Fig. 2 etwa punktförmige Hauptanschlüsse aufweist und damit die Anschlußstelle eine Störstelle in der Bandleitungsanordnung darstellt, läßt sich damit ein wesentlicher Effekt hinsichtlich Induktivitätsreduzierung und Magnetfeldeinschluß erzielen.

In Fig. 4 ist ein solcher Anschluß an ein Modul gemäß der ersten oder zweiten Ausführung skizziert. Fig. 4 zeigt ein Oberteil 46 eines Moduls mit einer dritten Anschlußbandleitung 47 und Schraubanschlüsse 48 sowie einen Schnitt durch eine mehrschichtige als Bandleitung ausgeführte Verbindungsschiene 49. Die Schraubanschlüsse 48 sind in einem an die Bandleitungsgeometrie angepaßten Abstand x angeordnet.

Fig. 5 zeigt nochmals in einer anderen Darstellung ein Modul gemäß der in Fig. 3 gezeigten zweiten Ausführungsform. Fig. 5 zeigt im Vergleich zu Fig. 3 zusätzlich die Anordnung mindestens eines Stützkondensators 51, welcher als Keramik-kondensator in Chipform ausgeführt ist und unter Einhaltung der Bandleitungsgeometrie in die Verbindungsbandleitung 43 integriert ist.

Aus den Fig. 3 und 5 ist ersichtlich, daß der Wärmetransportweg von den Transistorchips 20 zu einem unterhalb der Bodenmetallisierung 25 anzuordnenden Kühlkörper unterschiedlich ist, je nachdem ob der Chip auf der Pluspolfläche 32 oder der Mittelanzapfungsfläche 36 angeordnet ist. Soweit sich daraus Probleme ergeben, können diese durch Wahl unterschiedlicher Dicke der Kupferfolien für die Pluspol- und Mittelanzapfungsflächen oder durch eine Lastaufteilung auf eine unterschiedliche Zahl von Transistorchips gelöst werden.

Ansprüche

1. Leistungshalbleitermodul mit

- mindestens einer Halbbrücke, wobei eine Halbbrücke zwei in Reihe geschaltete Halbleiterschalter

enthält, welche jeweils aus mehreren parallelgeschalteten Leistungstransistoren, insbesondere Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT) bestehen,

- drei Hauptanschlußleitungen zur Stromführung zwischen drei Modul-Hauptanschlüssen und den Halbleiterschaltern und mit

- einem keramischen Substrat als Modulboden, auf welchem Verbindungsleiterbahnen zur Verbindung der parallelen Leistungstransistoren vorhanden sind, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verringerung modulinterner Induktivitäten die drei Hauptanschlußleitungen (22,23,24 bzw. 50) aus breiten Bändern mit geringem Abstand zueinander bestehen, welche aufgrund ihrer geometrischen Anordnung eine Anschlußbandleitung (9 bzw. 44) bilden.

- 2. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bandleitungsgeometrie der Anschlußbandleitung (44) sich in der Substratebene fortsetzt in einer als Verbindungsbandleitung (43) ausgeführten Anordnung von großflächigen Verbindungsleiterbahnen (32, 36, 38), wobei in die Verbindungsbandleitung (43) die Leistungstransistoren (20) integriert sind.

- 3. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Modul Ansteuerschaltungen (26) für die Leistungstransistoren (20) angeordnet sind.

- 4. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Ansteuerleitungen (16 bis 19 bzw. 31, 34, 40, 42) zur Verbindung von Steueranschlüssen der Leistungstransistoren (20) untereinander und mit einem Ansteuerbaustein (26) als Bandleitung ausgeführt sind.

- 5. Leistungshalbleitermodul nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Verbindungsbandleitung (43) als Schichtenfolge von Kupferfolien und Keramikplättchen aufgebaut und nach einem Direktverbindungsverfahren hergestellt ist.

- 6. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Modul in ein hauben- oder rahmenförmige Kunststoffgehäuse eingesetzt ist.

- 7. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß außer Transistoren (20) auch Freilaufdioden (21) im Modul enthalten sind.

- 8. Leistungshalbleitermodul nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Modul-Hauptanschlüsse (45) an die Bandleitungsgeometrie der Anschlußbandleitung (44) angepaßt sind und für den Anschluß bandleitungsförmiger externer Stromschienen zur Verbindung von Leistungshalbleitermodulen ausgeführt sind.

- 9. Leistungshalbleitermodul nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß für

den Fall, daß eine Verbindungsbandleitung (43) vorhanden ist, in diese mindestens ein Stützkondensator (51) unter Einhaltung der Bandleitungsgeometrie integriert ist und elektrisch mit einer Minuspolfäche (38) und einer Pluspolfäche (32) der Verbindungsbandleitung (43) verbunden ist.

10. Leistungshalbleitermodul nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein einheitlicher Wärmewiderstand zwischen den Leistungstransistoren (20) der beiden Halbleiterschalter und einem Kühlkörper durch eine unterschiedliche Dicke der Metallschichten (32, 36) oder durch Aufteilung der Last auf eine unterschiedliche Anzahl von Transistorchips (20) hergestellt ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

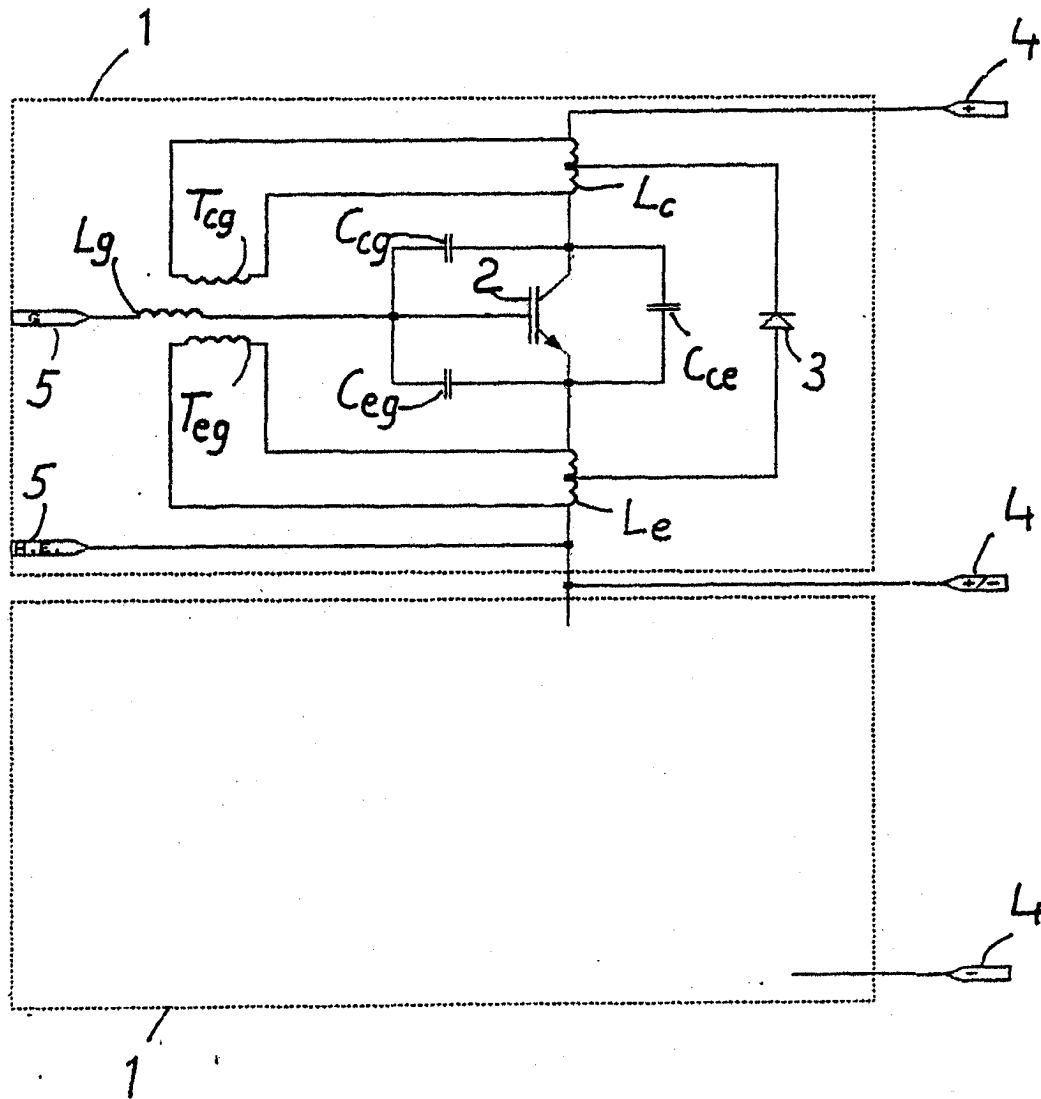


Fig 1

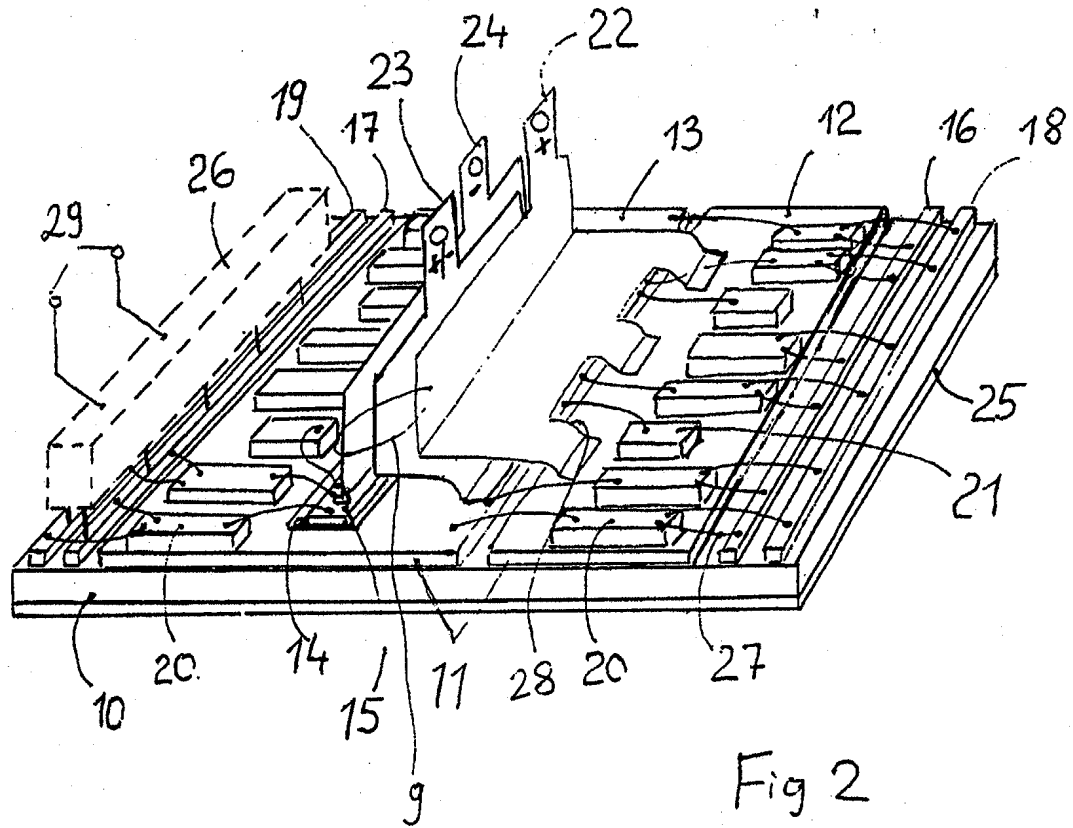


Fig 2

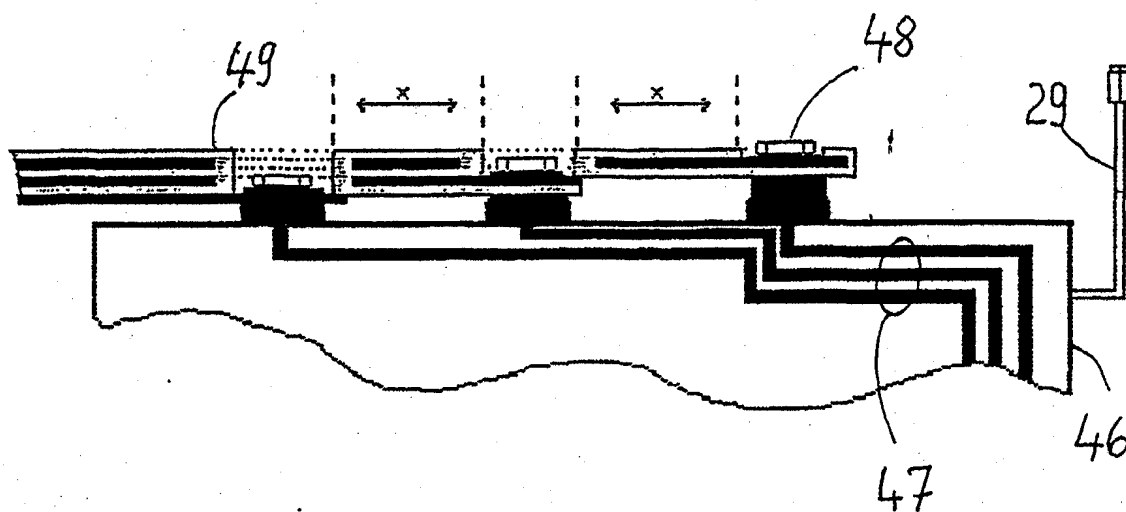


Fig 4

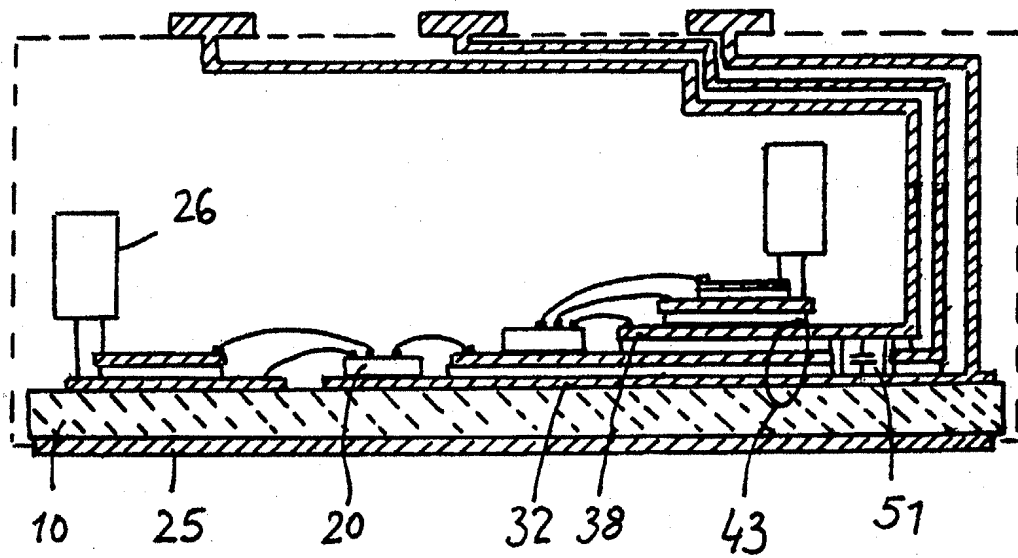


Fig 5

